

Dispositif d'enregistrement de données à micro-pointes conductrices et procédé de fabrication d'un tel dispositif

5 Domaine technique de l'invention

L'invention concerne un dispositif d'enregistrement de données comportant au moins une micro-pointe électriquement conductrice ayant une extrémité destinée à être amenée en contact électrique avec un support d'enregistrement, 10 la micro-pointe comportant une âme longitudinale conductrice ayant une section sensiblement constante.

État de la technique

15

Les techniques d'écriture et de lecture de points mémoires par micro-pointes permettent d'obtenir de très grandes densités de stockage de données.

20

Plusieurs techniques reposent sur l'usage de micro-pointes électriquement conductrices, afin, par exemple, de réaliser des cartographies locales de résistivité électrique d'un support d'enregistrement. Pour écrire ou lire des données, la micro-pointe est amenée au contact du support d'enregistrement ou à proximité de celui-ci. L'abrasion progressive de l'extrémité des micro-pointes peut entraîner une dégradation des performances du dispositif d'enregistrement 25 et, éventuellement, la destruction de la micro-pointe.

De nombreux types de supports d'enregistrement sont proposés pour le stockage de données écrites et/ou lues à partir de l'injection de courants par l'intermédiaire de la micro-pointe. La surface de contact électrique entre la

micro-pointe et le support d'enregistrement est un des paramètres principaux contrôlant la résolution en lecture et la densité obtenue en écriture. Un faible rayon de courbure est généralement recherché pour le sommet de la micro-pointe. L'abrasion progressive peut entraîner l'élargissement de la surface de contact électrique entre la micro-pointe et le support d'enregistrement et, ainsi, altérer le rayon de courbure du sommet de la micro-pointe et modifier les propriétés électriques de la micro-pointe en perdant la résolution recherchée.

La plupart des micro-pointes conductrices est basée sur la technologie du silicium qui permet d'obtenir un sommet (apex) de micro-pointe de très faible rayon de courbure. Une technique, par exemple, consiste à réaliser d'abord une couche de silicium très fortement dopée, donc conductrice. Ensuite la couche est gravée de manière anisotrope, afin de tailler la micro-pointe. Une autre technique consiste à fabriquer d'abord une micro-pointe en silicium non dopé et de recouvrir la micro-pointe d'une couche de matériaux conducteurs comme des nitrures ou des carbures qui sont, par ailleurs, des matériaux particulièrement durs. Certaines techniques utilisent la dureté du diamant pour protéger la micro-pointe. Ainsi, la micro-pointe est recouverte d'une couche de diamant, ce qui nécessite des procédés de fabrication complexes et présentant des coûts élevés.

Ces dispositifs comportent des micro-pointes de forme pyramidale, conique ou tronconique. Ces micro-pointes sont relativement solides, mais leurs propriétés électriques évoluent en fonction du processus d'usure.

Certains dispositifs comportent des micro-pointes de section constante, ce qui permet d'obtenir des propriétés électriques indépendantes du processus d'usure. Cependant, de telles micro-pointes sont très fragiles.

Par ailleurs, dans le cas de réseaux de micro-pointes, pour tenir compte de la dispersion statistique des longueurs des micro-pointes, chaque micro-pointe est supportée par un élément souple, par exemple par un cantilever, ce qui permet d'amener simultanément l'ensemble des micro-pointes au contact du support d'enregistrement. Cependant la fabrication des cantilevers rajoute des étapes complexes au procédé de fabrication des dispositifs.

Le document WO03/060923 décrit un dispositif d'enregistrement de données comportant un réseau de micro-pointes à cantilever. Chaque micro-pointe comporte un nanotube faisant saillie sur le matériau de la micropointe dans lequel il est inséré. Le matériau du cantilever peut comporter un matériau polymère ou un diélectrique, des métaux ou du polysilicium. La pointe et le cantilever peuvent être délimités par lithographie, gravure sèche ou gravure humide. Le nanotube a une section constante et la section du matériau de la micropointe diminue en direction de l'extrémité de la micro-pointe.

Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, de réaliser un dispositif comportant au moins une micro-pointe solide, tout en présentant des propriétés électriques indépendantes du processus d'usure.

Selon l'invention, ce but est atteint par les revendications annexées et, en particulier, par le fait que la micro-pointe est entourée par une gaine en matériau non-conducteur, de manière à ce que les extrémités libres de l'âme et de la gaine soient au même niveau à l'extrémité de la micro-pointe.

L'invention a également pour but un procédé de fabrication d'un dispositif d'enregistrement de données selon l'invention, comportant une étape d'abrasion, de manière à ce que les extrémités libres de l'âme et de la gaine soient au même niveau à l'extrémité de la micro-pointe.

5

Description sommaire des dessins

10 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

15 Les figures 1 et 2 représentent en coupe un mode de réalisation particulier d'un dispositif d'enregistrement de données selon l'invention, comportant respectivement une micro-pointe non-usée et une micro-pointe utilisée.

Les figures 3 et 4 représentent, respectivement en coupe selon l'axe A-A et selon l'axe B-B, l'extrémité de la micro-pointe du dispositif des figures 1 et 2.

20 La figure 5 représente un mode de réalisation particulier d'un dispositif d'enregistrement de données selon l'invention comportant un réseau de micro-pointes.

La figure 6 illustre un mode de réalisation particulier d'un dispositif selon l'invention intégré dans un boîtier comportant également le support d'enregistrement.

25 Les figures 7 à 11 représentent un mode de réalisation particulier d'un procédé de réalisation du dispositif d'enregistrement de données selon l'invention.

Les figures 12 à 16 représentent un autre mode de réalisation particulier d'un procédé de réalisation du dispositif d'enregistrement de données selon l'invention.

Description de modes particuliers de réalisation

5 Sur la figure 1, un dispositif d'enregistrement de données comporte une micro-pointe 1 tronconique ayant une extrémité 2 destinée à être amenée en contact électrique avec un support d'enregistrement 3. La micro-pointe 1 comporte une âme 4 longitudinale conductrice ayant une section sensiblement constante et entourée par une gaine 5 en matériau non-conducteur. La gaine 5 a, par
10 exemple, une section qui diminue en direction de l'extrémité 2 de la micro-pointe 1. Par exemple, la gaine 5 peut avoir une partie tronconique ou pyramidale. Dans le mode de réalisation particulier représenté à la figure 1, la gaine 5 a un plateau, parallèle au support d'enregistrement 3, à l'extrémité 2 de la micro-pointe 1, l'âme 4 a une section circulaire et est solidaire d'un substrat 6 par
15 l'intermédiaire d'une piste conductrice 12. La figure 1 représente le dispositif non-usé.

Lorsque plusieurs micro-pointes 1 sont disposées, par l'intermédiaire de pistes conductrices 12, sur un même substrat 6, celui-ci peut être choisi isolant, ce qui
20 permet d'isoler électriquement les micro-pointes 1 les unes des autres. Dans le cas d'une seule micro-pointe 1, le substrat 6 peut être choisi conducteur et une piste conductrice 12 n'est pas nécessaire.

25 Sur la figure 2, le dispositif d'enregistrement de données de la figure 1 est représenté après usure. Ainsi, une partie de la micro-pointe 1 a été enlevée par abrasion progressive de l'extrémité 2.

Les figures 3 et 4 illustrent respectivement les extrémités 2 de la micro-pointe 1 tronconique selon les figures 1 et 2, sans représenter le support

d'enregistrement. La gaine 5 de l'extrémité 2 représentée à la figure 4 est usée et présente, ainsi, un diamètre extérieur supérieur à celui de la gaine 5 de l'extrémité 2 non-usée représentée à la figure 3. Le diamètre de l'âme 4 est égal sur les figures 3 et 4.

5

La section de l'âme 4 conductrice étant sensiblement constante, la surface de contact électrique entre l'extrémité 2 de la micro-pointe 1 et le support d'enregistrement 3 est indépendante du stade du processus d'abrasion. La zone de contact mécanique entre l'extrémité 2 de la micro-pointe 1 et le support d'enregistrement 3 est définie par les dimensions latérales de la gaine 5. La zone de contact mécanique est, ainsi, supérieure à la surface de contact électrique. Ainsi, la force de contact est répartie sur une zone de plus en plus grande lors du processus d'abrasion et, par conséquent, la pression de contact est de plus en plus faible et la vitesse du processus d'abrasion diminue à mesure que l'usure avance, conduisant à ce que les surfaces en présence s'épousent, notamment dans le cas où il y a plusieurs micro-pointes.

10

15

20

La gaine 5 peut être constituée par un matériau isolant, par exemple de la silice, ou par un matériau faiblement conducteur, par exemple par un matériau semi-conducteur, de manière à ce que la résistance de la gaine 5 soit sensiblement supérieure à la résistance de l'âme 4. Par exemple, la conductivité du matériau de la gaine 5 peut être dix fois plus faible que la conductivité du matériau de l'âme 4.

25

Dans un mode de réalisation particulier, l'âme 4 est constituée par un nanotube de carbone. Par exemple, on peut faire croître un nanotube de carbone en utilisant une piste métallique déposée sur un substrat en silicium, la piste métallique comportant typiquement un catalyseur, par exemple un métal de transition. A titre d'exemple, un procédé de croissance de nanotubes de

carbone alignés verticalement, utilisant un dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma, est décrit dans le document "Growth process conditions of vertically aligned carbon nanotubes using plasma enhanced chemical vapor deposition" de M. Chhowalla *et Al.* (J. Appl. Phys., Vol. 90, No. 10, 15 November 2001). Dans ce procédé, la piste métallique est fragmentée par frittage, de manière à former des particules métalliques nanométriques sur le substrat. Pendant le dépôt chimique en phase vapeur, un nanotube de carbone croît sous chaque particule métallique nanométrique.

Le dispositif d'enregistrement représenté sur la figure 5 comporte une multitude de micro-pointes 1 disposées selon un réseau unidimensionnel ou bidimensionnel. Leurs extrémités 2 génèrent une surface commune sensiblement plane. Selon le type de procédé de fabrication du dispositif employé, les extrémités 2 peuvent générer une surface plane ou de faible concavité, par exemple une surface sphérique ou cylindrique. Les micro-pointes 1 sont disposées, respectivement, sur les pistes conductrices 12, et électriquement séparées par le substrat 6 dont le matériau a une conductivité sensiblement plus faible, par exemple 10 fois plus faible, que le matériau des pistes conductrices 12.

La figure 6 illustre un dispositif d'enregistrement intégré dans un boîtier 7 étanche aux poussières et comportant également un disque mémoire constituant le support d'enregistrement 3. Le boîtier 7 est destiné à communiquer avec un lecteur de mémoire par l'intermédiaire d'une pluralité de contacts électriques 8 disposés à l'extérieur du boîtier 7. Ainsi, on obtient une mémoire échangeable comportant une tête de lecture constituée par les micro-pointes 1. Le lecteur comporte également des actionneurs servant à assurer le mouvement relatif de la tête de lecture et du support d'enregistrement 3. Par exemple, un moteur peut entraîner le disque mémoire et une unité de translation

radiale peut déplacer la tête de lecture selon les lignes de points mémoires choisies sur le disque. L'amplitude du déplacement de l'unité de translation est, par exemple, supérieure ou égale au pas linéique entre deux micro-pointes 1 voisines, par exemple compris entre 10 μ m et 100 μ m.

5

L'espace entre les micro-pointes 1 et le support d'enregistrement 3 peut être rempli par un lubrifiant à faible conductivité, par exemple par du graphite, du silicone ou un liquide, qui assure la conduction électrique entre la micro-pointe 1 et le support d'enregistrement 3. La conductivité électrique du lubrifiant doit être

10 suffisamment faible pour ne pas créer un court-circuit entre des micro-pointes 1 voisines (lubrifiant de type Z-DOL ou graphite ou silicone).

15

Un procédé de fabrication d'un dispositif d'enregistrement de données selon l'invention comporte, après assemblage des matériaux constituant respectivement l'âme 4 et la gaine 5 d'une micro-pointe 1, une étape d'abrasion, de manière à ce que les extrémités libres de l'âme 4 et de la gaine 5 soient au même niveau à l'extrémité 2 de la micro-pointe 1. De préférence, l'étape d'abrasion est effectuée par planarisation mécano-chimique. Compte tenu de la

20 dispersion statistique des longueurs des âmes avant abrasion, on peut, par exemple, polir l'ensemble des matériaux constituant les âmes 4 et les gaines 5 jusqu'à ce que l'épaisseur de l'ensemble corresponde, par exemple, à la moitié de la longueur moyenne des âmes 4.

Un procédé de fabrication d'un dispositif d'enregistrement de données selon la

25 figure 5 comporte les étapes représentées aux figures 7 à 11.

La première étape consiste, comme représenté à la figure 7, à déposer une couche 9 de matériau conducteur sur un substrat 6. Le matériau conducteur peut être du silicium polycristallin, du carbone ou un métal et le substrat 6 est,

par exemple, en silicium recouvert de silice. Le dépôt de la couche 9 peut être effectué par un procédé classique comme la pulvérisation ou un dépôt chimique en phase vapeur.

5 Le substrat 6 a été au préalable muni de pistes conductrices 12 par dépôt d'une couche métallique, par exemple en cuivre, gravée par un procédé de photolithographie et de gravure quelconque. Sur ces pistes conductrices 12 sont déposées les âmes 4, dans les étapes suivantes.

10 La deuxième étape consiste, comme représenté à la figure 8, à graver, à travers un masque, le matériau conducteur de la couche 9, de manière à former des plots 10 destinés à constituer chacun une âme 4 d'une micro-pointe 1.

Puis, dans une troisième étape, illustrée à la figure 9, on dépose, sur le substrat
15 6 muni des plots 10, une couche 11 du matériau non-conducteur destiné à constituer la gaine 5. Les différentes méthodes de dépôt dépendent du matériau non-conducteur choisi. Ainsi, une couche de carbone du type carbone quasi-diamant ou DLC (« DLC : Diamond like carbon ») peut être déposée par dépôt chimique en phase vapeur à partir de méthane ou de monoxyde de carbone,
20 une couche de Si_3N_4 peut être réalisée par pulvérisation et une couche de SiO_2 peut être obtenue par dépôt sur tournette de silice obtenue par un procédé de type sol gel. L'épaisseur du dépôt de la couche 11 du matériau non-conducteur représenté à la figure 9 est choisie pour que les plots 10 soient complètement immergés dans la couche 11. Cependant, il est également possible de déposer
25 une couche 11 dont l'épaisseur ne dépasse pas la hauteur des plots 10.

Ensuite, une quatrième étape consiste, comme représenté à la figure 10, à effectuer l'abrasion, comme décrit précédemment, de manière à ce que, en fin

d'abrasion, les extrémités libres des plots 10 et des gaines 5 soient au même niveau à l'extrémité 2 de chaque micro-pointe 1.

5 Dans une cinquième étape, représentée à la figure 11, le matériau non-conducteur de la couche 11 est gravé, de manière à délimiter la gaine 5 latéralement. Ainsi, la zone de contact mécanique entre l'extrémité 2 de la micro-pointe 1 et le support d'enregistrement 3 peut être diminuée et, ainsi, les forces de friction sont réduites. La couche 11 est gravée entre les âmes 4, dans un intervalle de largeur prédéterminée inférieure à l'écart entre deux âmes 4, sur
10 une profondeur prédéterminée qui ne correspond pas nécessairement à l'épaisseur de la couche 11. Ainsi, la gaine 5 de chaque micro-pointe représentée à la figure 11 obtient une section constante à l'extrémité 2 de la micro-pointe, tandis qu'en proximité du substrat 6, la couche 11 couvre l'espace entier entre les plots. La gravure peut être faite par voie chimique ou par
15 bombardement ionique. L'étape de gravure comporte également le masquage lithographique.

Une micro-pointe unique ou un réseau quelconque de micro-pointes, bidimensionnel ou unidimensionnel, peut être réalisé par un procédé analogue
20 au procédé décrit précédemment.

Tandis que dans le procédé représenté aux figures 7 à 11, les âmes 4 sont réalisées avant la gaine 5, dans un autre mode de réalisation d'un procédé de réalisation, la gaine 5 est réalisée avant les âmes 4. Dans tous les cas on peut
25 mettre en œuvre soit une lithographie soit un processus d'auto-organisation pour délimiter les âmes 4.

Dans le cas où l'âme 4 est réalisée en premier, par exemple par gravure d'un matériau conducteur (figure 8), ou par croissance locale dans le cas de

nanotubes en carbone, il peut être nécessaire de réduire le diamètre de l'âme 4 ainsi obtenu, ce qui peut être fait par une étape d'attaque réactive isotrope. Le dépôt de la gaine 5 (figure 9) peut alors être réalisé par un procédé physique en phase vapeur, cas d'un graphite amorphe par exemple, par un procédé chimique en phase vapeur, cas de la silice, des nitrures ou du carbone quasi-diamant, ou par un procédé de type sol-gel, par exemple par trempage.

Les figures 12 à 16 illustrent un procédé de fabrication, dans lequel la gaine 5 est réalisée avant l'âme 4. Les micro-pointes 1 sont réalisées sur un substrat 6 comportant, par exemple, des couches conductrices 12 et une couche de planarisation 15. Une couche 13 d'un matériau destiné à constituer la gaine 5 est déposée par un procédé quelconque, par exemple par un des procédés mentionnés précédemment. Ensuite, comme représenté à la figure 12, des orifices 14 traversants sont gravés dans la couche 13. Afin de diminuer la taille des orifices 14 ainsi obtenus, un matériau 16 est déposé sur la face avant des gaines 5, sur les parois des orifices 14 et sur le fond de chaque orifice 14. Une gravure anisotrope permet ensuite d'enlever le matériau 16 du fond de chaque orifice 14 et de la face avant des gaines 5 (figure 13).

L'âme est ensuite réalisée par tout processus envisageable de dépôt d'un matériau conducteur comme le tungstène ou par dépôt d'un catalyseur, comme le nickel pour la croissance de nanotubes de carbone 17 à partir du fond de chaque orifice 14, comme représenté à la figure 14. Dans ce dernier cas, l'orifice est comblé par un matériau supplémentaire 18, par exemple par un dépôt électrolytique d'un matériau conducteur, par exemple du tungstène, du cuivre ou du nickel. Ensuite, comme représenté à la figure 15, une abrasion de la face avant de l'empilement ainsi obtenu permet d'obtenir des longueurs uniformes des âmes 4 constituées par les nanotubes de carbone 17. Ensuite, la gaine 5 est gravée sur une profondeur prédéterminée, par exemple sur toute sa

profondeur comme représenté à la figure 16 ou sur une profondeur intermédiaire comme représenté à la figure 11.

- 5 Le procédé selon l'invention permet d'obtenir un réseau de micro-pointes 1 dont les extrémités 2 forment une surface commune sensiblement plane, ce qui permet d'amener simultanément l'ensemble des micro-pointes 1 au contact du support d'enregistrement 3, sans avoir besoin d'éléments souples comme des cantilevers pour compenser des différences des longueurs des micro-pointes 2.
- 10 Le réseau de micro-pointes peut être utilisé en matrice bidimensionnelle par similitude avec la solution millipede® de la société IBM ou en barrette pour usage avec une mémoire en forme de disque rotatif. Dans le cas d'un disque rotatif, le support d'enregistrement 3 peut, par exemple, être en plastique.
- 15 L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation représentés. En particulier, la gaine 5 peut avoir une paroi extérieure de forme quelconque. Par exemple, la paroi peut avoir une section cylindrique ou carrée. La micro-pointe 1 selon l'invention peut également être disposée sur un cantilever, obtenu, par exemple, par gravure après la réalisation de la micro-pointe.

Revendications

- 5 1. Dispositif d'enregistrement de données comportant au moins une micro-pointe (1) électriquement conductrice ayant une extrémité (2) destinée à être amenée en contact électrique avec un support d'enregistrement (3), la micro-pointe (1) comportant une âme (4) longitudinale conductrice ayant une section sensiblement constante, dispositif caractérisé en ce que la micro-pointe (1) est entourée par une gaine (5) en matériau non-conducteur, de manière à ce que
10 les extrémités libres de l'âme (4) et de la gaine (5) soient au même niveau à l'extrémité (2) de la micro-pointe.
- 15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la gaine (5) est en matériau isolant.
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la gaine (5) est en matériau faiblement conducteur.
- 20 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la gaine (5) a une section qui diminue en direction de l'extrémité (2) de la micro-pointe (1).
- 25 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la gaine (5) comporte une partie tronconique.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'âme (4) est constituée par un nanotube de carbone (17).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte une multitude de micro-pointes (1) disposées selon un réseau, leurs extrémités (2) générant une surface commune sensiblement plane.

5 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est intégré dans un boîtier (7) étanche aux poussières comportant également le support d'enregistrement (3) et destiné à communiquer avec un lecteur de mémoire par l'intermédiaire d'une pluralité de contacts électriques (8) disposés à l'extérieur du boîtier (7).

10

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'âme (4) est solidaire d'un substrat (6) par l'intermédiaire d'une piste conductrice (12).

15

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le substrat (6) a une conductivité sensiblement plus faible que la piste conductrice (12).

20

11. Procédé de fabrication d'un dispositif d'enregistrement de données selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte une étape d'abrasion, de manière à ce que les extrémités libres de l'âme (4) et de la gaine (5) soient au même niveau à l'extrémité (2) de la micro-pointe (1).

12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'étape d'abrasion est effectuée par planarisation mécano-chimique.

25

13. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 11 et 12, caractérisé en ce qu'il comporte, avant l'étape d'abrasion,

- le dépôt d'une couche (9) de matériau conducteur sur un substrat (6),

- la gravure, à travers un masque, du matériau conducteur, de manière à former au moins un plot (10) destiné à constituer l'âme (4) d'une micro-pointe (1),
- le dépôt, au moins sur le substrat (6), d'une couche (11) du matériau non-conducteur destiné à constituer la gaine (5),

5

et, après l'étape d'abrasion, la gravure du matériau non-conducteur, de manière à délimiter la gaine (5) latéralement.

14. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 11 et 12, caractérisé en ce qu'il comporte, avant l'étape d'abrasion,

10

- le dépôt d'une couche (13) de matériau non-conducteur destiné à constituer la gaine (5) sur un substrat (6),
- la gravure d'orifices (14) traversants dans la couche (13),
- le dépôt d'un matériau (16) au moins sur les parois et le fond de chaque orifice (14),
- l'enlèvement du matériau (16) du fond de chaque orifice (14) par gravure anisotrope,
- le dépôt du matériau destiné à constituer l'âme (4) dans les orifices (14),

15

et, après l'étape d'abrasion, la gravure de la couche (13), de manière à délimiter la gaine (5) latéralement.

20

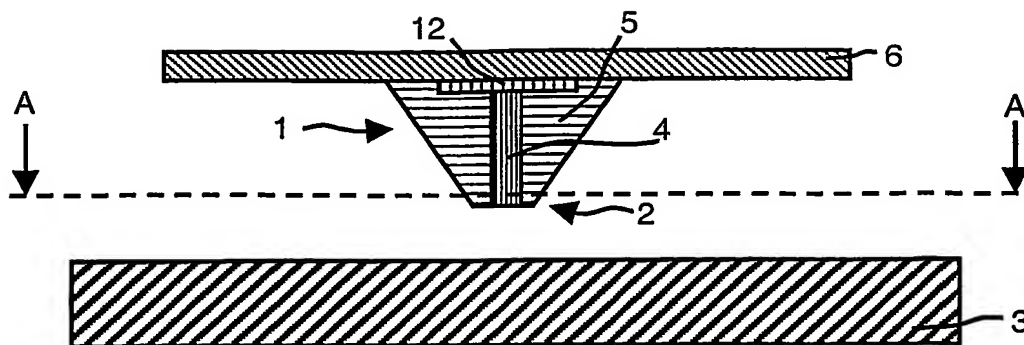


Figure 1

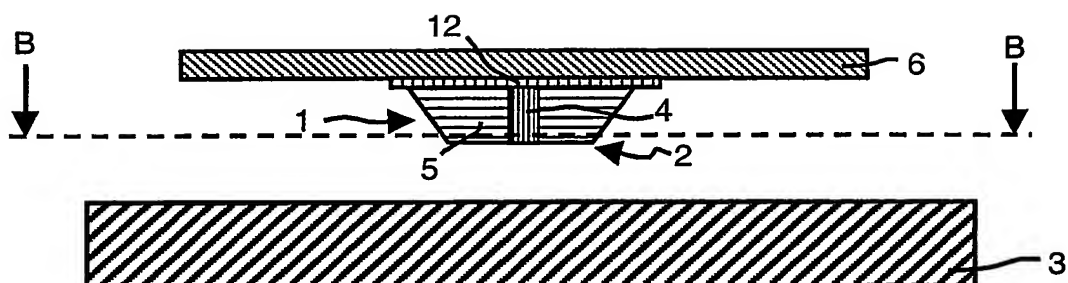


Figure 2

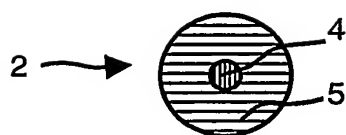


Figure 3

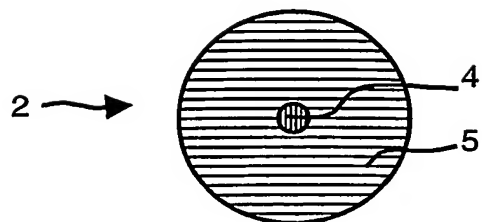


Figure 4

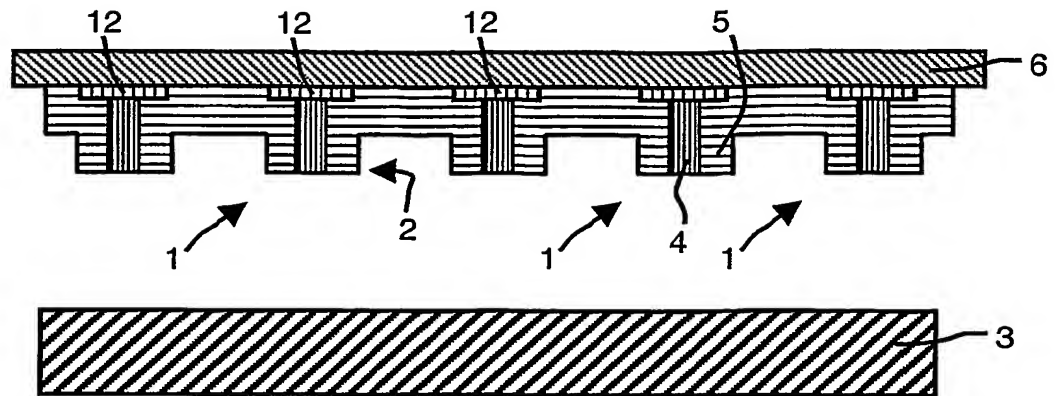


Figure 5

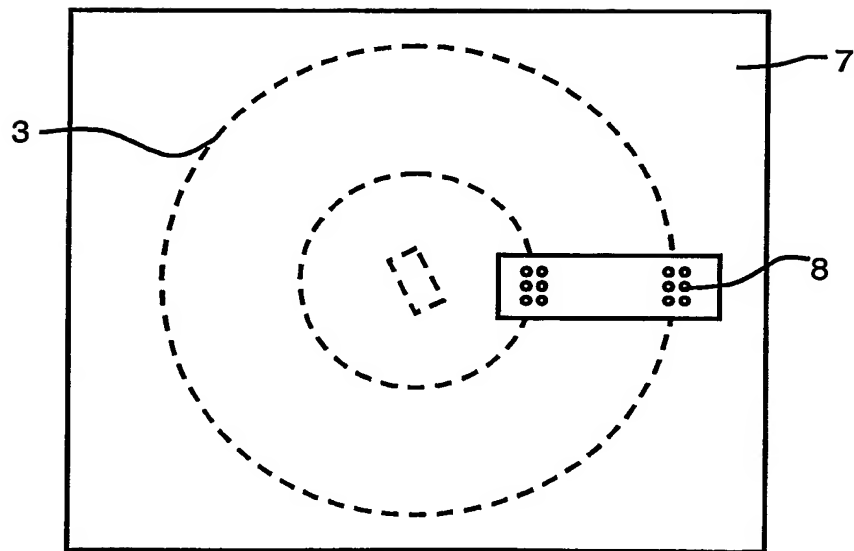


Figure 6

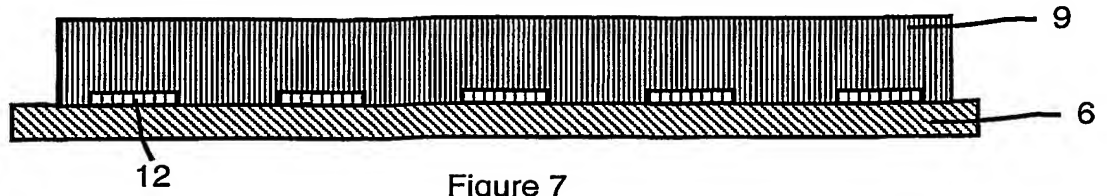


Figure 7

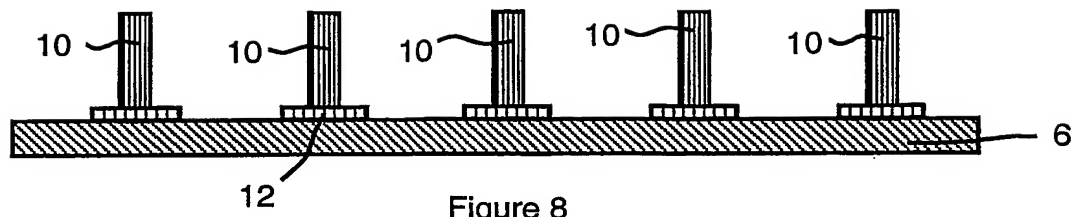


Figure 8

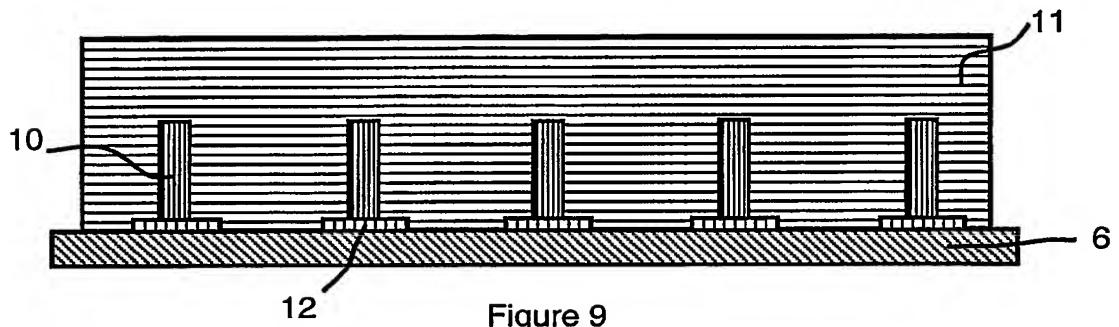


Figure 9

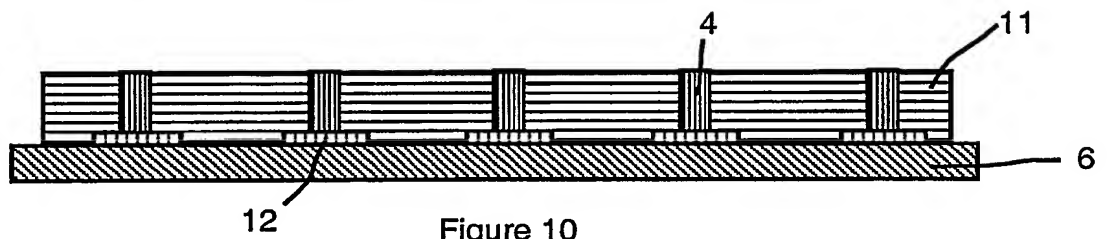


Figure 10

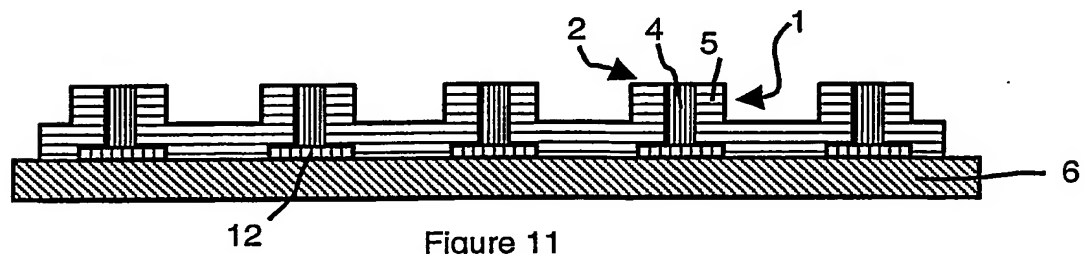
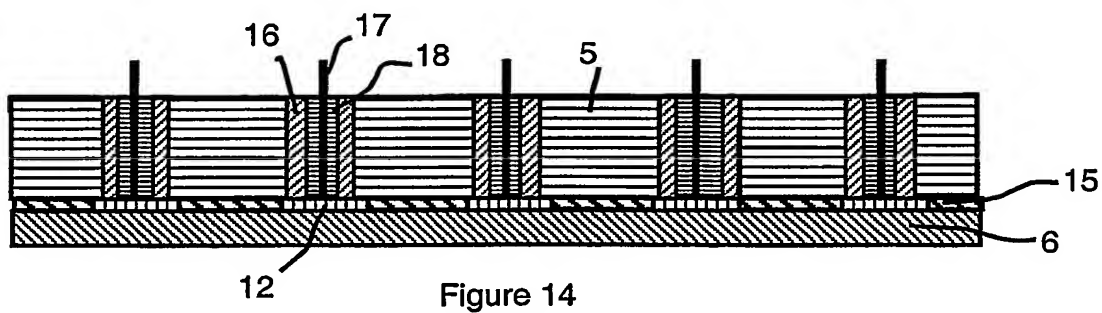
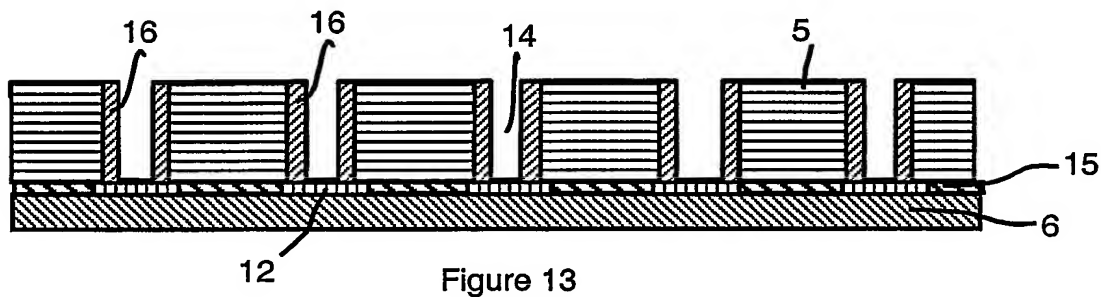
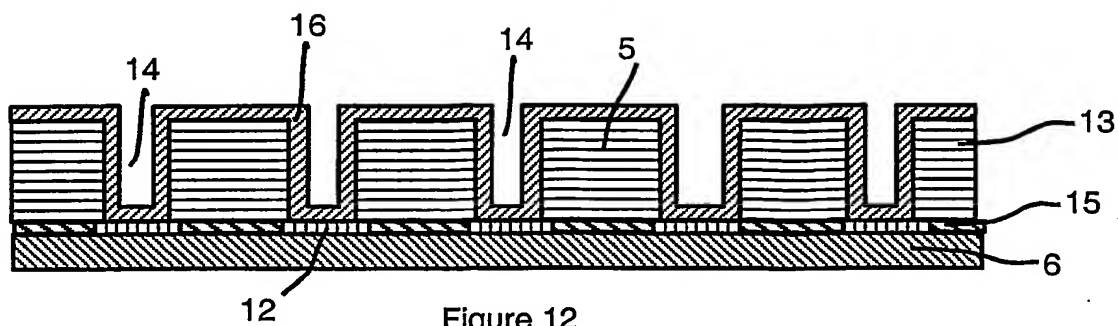


Figure 11



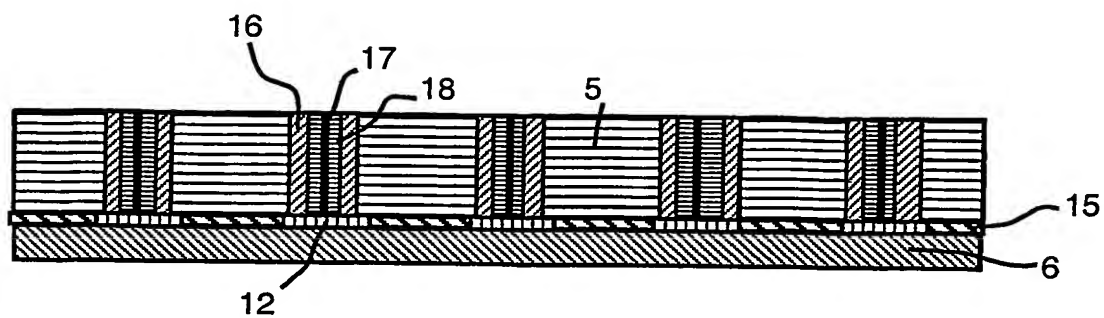


Figure 15

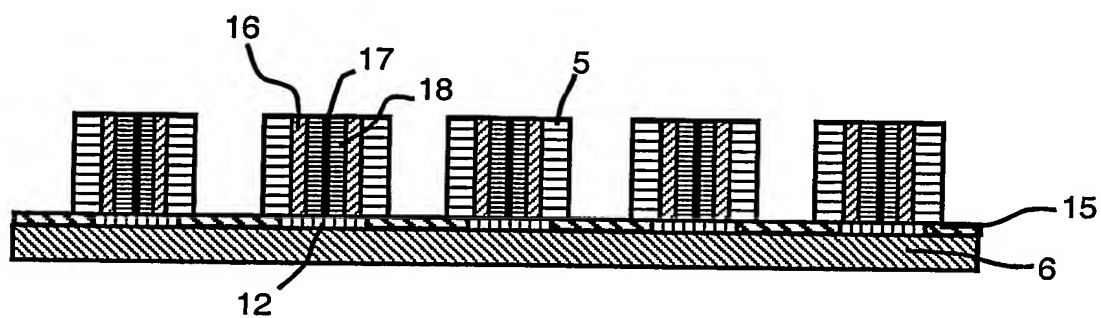


Figure 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002755

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G11B9/00 G11B11/00 G01B7/34 G12B21/02 -

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G11B G01B G12B G11C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/060923 A (DESPONT MICHEL ; DUERIG URS T (CH); SCHLITTLER RETO (CH); VETTIGER PET) 24 July 2003 (2003-07-24) cited in the application abstract page 2, line 21 - line 31 page 4, line 4 - line 30 page 6, line 4 - page 7, line 3 page 17, line 5 - line 8 page 20, line 4 - line 26 the whole document	1-10
A	EP 1 054 249 A (DAIKEN CHEMICAL CO LTD) 22 November 2000 (2000-11-22) paragraph '0061! - paragraph '0062! the whole document	1-4,6



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2005

Date of mailing of the international search report

06/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Benfield, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002755

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98/05920 A (SMALLEY RICHARD E ; UNIV RICE WILLIAM M (US); DAI HONGJIE (US); HAFNER) 12 February 1998 (1998-02-12) page 2, line 1 - page 5, line 4 page 14, line 3 - page 18, line 9 figures the whole document	1-3,6
A	WO 00/19494 A (XIDEX CORP) 6 April 2000 (2000-04-06) figures 2a-3d page 2, line 15 - page 3, line 6 page 4, line 23 - page 5, line 2 page 9, line 18 - page 10, line 6 the whole document	1-14
A	EP 1 274 092 A (HEWLETT PACKARD CO) 8 January 2003 (2003-01-08) paragraph '0016! - paragraph '0018! the whole document	1,6-10
A	US 2003/042922 A1 (BINDELL JEFFREY B ET AL) 6 March 2003 (2003-03-06) paragraph '0004! - paragraph '0005! paragraph '0021! paragraph '0042! - paragraph '0043! figures the whole document	1-14
A	US 2002/117951 A1 (LOWNDES DOUGLAS H ET AL) 29 August 2002 (2002-08-29) the whole document	1-14
A	US 2002/117611 A1 (KLEY VICTOR B) 29 August 2002 (2002-08-29) paragraph '0128! - paragraph '0129! paragraph '0204!	11-14
A	US 2003/052585 A1 (MCKNIGHT TIMOTHY ERIC ET AL) 20 March 2003 (2003-03-20) figure 3e the whole document	1-3,6,7, 9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002755

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03060923	A	24-07-2003	AU 2002348934 A1 EP 1466333 A1 WO 03060923 A1	30-07-2003 13-10-2004 24-07-2003
EP 1054249	A	22-11-2000	JP 3441396 B2 JP 2000227435 A JP 3441397 B2 JP 2000249712 A EP 1054249 A1 US 6528785 B1 WO 0033052 A1 TW 468041 B US 2003122073 A1 US 2004168527 A1	02-09-2003 15-08-2000 02-09-2003 14-09-2000 22-11-2000 04-03-2003 08-06-2000 11-12-2001 03-07-2003 02-09-2004
WO 9805920	A	12-02-1998	AU 4055297 A DE 69728410 D1 EP 0927331 A1 JP 2000516708 T US 2002084410 A1 US 2002092983 A1 US 2003066960 A1 US 2003106998 A1 US 2003075682 A1 US 2002096634 A1 US 2003010910 A1 US 2002109086 A1 US 2002109087 A1 US 2002092984 A1 US 2002102201 A1 US 2002088938 A1 WO 9805920 A1 US 2004265209 A1	25-02-1998 06-05-2004 07-07-1999 12-12-2000 04-07-2002 18-07-2002 10-04-2003 12-06-2003 24-04-2003 25-07-2002 16-01-2003 15-08-2002 15-08-2002 18-07-2002 01-08-2002 11-07-2002 12-02-1998 30-12-2004
WO 0019494	A	06-04-2000	CA 2308015 A1 AU 6267299 A EP 1135792 A1 JP 2002526354 T WO 0019494 A1 US 6146227 A US 6597090 B1	11-11-2001 17-04-2000 26-09-2001 20-08-2002 06-04-2000 14-11-2000 22-07-2003
EP 1274092	A	08-01-2003	US 2003007443 A1 CN 1396659 A EP 1274092 A2 JP 2003094400 A	09-01-2003 12-02-2003 08-01-2003 03-04-2003
US 2003042922	A1	06-03-2003	NONE	
US 2002117951	A1	29-08-2002	WO 02068754 A2 US 2004106220 A1	06-09-2002 03-06-2004
US 2002117611	A1	29-08-2002	US 6337479 B1 US 6265711 B1 US 5756997 A US 5751683 A US 6144028 A US 6353219 B1	08-01-2002 24-07-2001 26-05-1998 12-05-1998 07-11-2000 05-03-2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002755

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002117611 A1		AU 3152795 A	22-02-1996
		JP 10506457 T	23-06-1998
		US 6252226 B1	26-06-2001
		US 2002135755 A1	26-09-2002
		WO 9603641 A1	08-02-1996
		US 6281491 B1	28-08-2001
		US 6229138 B1	08-05-2001
		US 6515277 B1	04-02-2003
		US 6369379 B1	09-04-2002
		US 6242734 B1	05-06-2001
		US 6232597 B1	15-05-2001
		US 6396054 B1	28-05-2002
		AU 6250898 A	25-08-1998
		EP 1012584 A2	28-06-2000
		WO 9834092 A2	06-08-1998
		AU 6637696 A	18-02-1997
		WO 9704449 A1	06-02-1997
		US 2002003211 A1	10-01-2002
		US 2001010668 A1	02-08-2001
<hr/>			
US 2003052585 A1	20-03-2003	NONE	
<hr/>			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2004/002755

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G11B9/00 G11B11/00 G01B7/34 G12B21/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G11B G01B G12B G11C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 03/060923 A (DESPONT MICHEL ; DUERIG URS T (CH); SCHLITTLER RETO (CH); VETTIGER PET) 24 juillet 2003 (2003-07-24) cité dans la demande abrégé page 2, ligne 21 - ligne 31 page 4, ligne 4 - ligne 30 page 6, ligne 4 - page 7, ligne 3 page 17, ligne 5 - ligne 8 page 20, ligne 4 - ligne 26 le document en entier	1-10
A	EP 1 054 249 A (DAIKEN CHEMICAL CO LTD) 22 novembre 2000 (2000-11-22) alinéa '0061! - alinéa '0062! le document en entier	1-4,6
	----- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

30 mars 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/04/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-2016

Fonctionnaire autorisé

Benfield, A

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 98/05920 A (SMALLEY RICHARD E ; UNIV RICE WILLIAM M (US); DAI HONGJIE (US); HAFNER) 12 février 1998 (1998-02-12) page 2, ligne 1 - page 5, ligne 4 page 14, ligne 3 - page 18, ligne 9 figures le document en entier -----	1-3,6
A	WO 00/19494 A (XIDEX CORP) 6 avril 2000 (2000-04-06) figures 2a-3d page 2, ligne 15 - page 3, ligne 6 page 4, ligne 23 - page 5, ligne 2 page 9, ligne 18 - page 10, ligne 6 le document en entier -----	1-14
A	EP 1 274 092 A (HEWLETT PACKARD CO) 8 janvier 2003 (2003-01-08) alinéa '0016! - alinéa '0018! le document en entier -----	1,6-10
A	US 2003/042922 A1 (BINDELL JEFFREY B ET AL) 6 mars 2003 (2003-03-06) alinéa '0004! - alinéa '0005! alinéa '0021! alinéa '0042! - alinéa '0043! figures le document en entier -----	1-14
A	US 2002/117951 A1 (LOWNDES DOUGLAS H ET AL) 29 août 2002 (2002-08-29) le document en entier -----	1-14
A	US 2002/117611 A1 (KLEY VICTOR B) 29 août 2002 (2002-08-29) alinéa '0128! - alinéa '0129! alinéa '0204! -----	11-14
A	US 2003/052585 A1 (MCKNIGHT TIMOTHY ERIC ET AL) 20 mars 2003 (2003-03-20) figure 3e le document en entier -----	1-3,6,7, 9,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002755

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 03060923	A	24-07-2003	AU 2002348934 A1 EP 1466333 A1 WO 03060923 A1	30-07-2003 13-10-2004 24-07-2003
EP 1054249	A	22-11-2000	JP 3441396 B2 JP 2000227435 A JP 3441397 B2 JP 2000249712 A EP 1054249 A1 US 6528785 B1 WO 0033052 A1 TW 468041 B US 2003122073 A1 US 2004168527 A1	02-09-2003 15-08-2000 02-09-2003 14-09-2000 22-11-2000 04-03-2003 08-06-2000 11-12-2001 03-07-2003 02-09-2004
WO 9805920	A	12-02-1998	AU 4055297 A DE 69728410 D1 EP 0927331 A1 JP 2000516708 T US 2002084410 A1 US 2002092983 A1 US 2003066960 A1 US 2003106998 A1 US 2003075682 A1 US 2002096634 A1 US 2003010910 A1 US 2002109086 A1 US 2002109087 A1 US 2002092984 A1 US 2002102201 A1 US 2002088938 A1 WO 9805920 A1 US 2004265209 A1	25-02-1998 06-05-2004 07-07-1999 12-12-2000 04-07-2002 18-07-2002 10-04-2003 12-06-2003 24-04-2003 25-07-2002 16-01-2003 15-08-2002 15-08-2002 18-07-2002 01-08-2002 11-07-2002 12-02-1998 30-12-2004
WO 0019494	A	06-04-2000	CA 2308015 A1 AU 6267299 A EP 1135792 A1 JP 2002526354 T WO 0019494 A1 US 6146227 A US 6597090 B1	11-11-2001 17-04-2000 26-09-2001 20-08-2002 06-04-2000 14-11-2000 22-07-2003
EP 1274092	A	08-01-2003	US 2003007443 A1 CN 1396659 A EP 1274092 A2 JP 2003094400 A	09-01-2003 12-02-2003 08-01-2003 03-04-2003
US 2003042922	A1	06-03-2003	AUCUN	
US 2002117951	A1	29-08-2002	WO 02068754 A2 US 2004106220 A1	06-09-2002 03-06-2004
US 2002117611	A1	29-08-2002	US 6337479 B1 US 6265711 B1 US 5756997 A US 5751683 A US 6144028 A US 6353219 B1	08-01-2002 24-07-2001 26-05-1998 12-05-1998 07-11-2000 05-03-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002755

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002117611 A1		AU 3152795 A	22-02-1996
		JP 10506457 T	23-06-1998
		US 6252226 B1	26-06-2001
		US 2002135755 A1	26-09-2002
		WO 9603641 A1	08-02-1996
		US 6281491 B1	28-08-2001
		US 6229138 B1	08-05-2001
		US 6515277 B1	04-02-2003
		US 6369379 B1	09-04-2002
		US 6242734 B1	05-06-2001
		US 6232597 B1	15-05-2001
		US 6396054 B1	28-05-2002
		AU 6250898 A	25-08-1998
		EP 1012584 A2	28-06-2000
		WO 9834092 A2	06-08-1998
		AU 6637696 A	18-02-1997
		WO 9704449 A1	06-02-1997
		US 2002003211 A1	10-01-2002
		US 2001010668 A1	02-08-2001
US 2003052585 A1	20-03-2003	AUCUN	